

CLIPPEDIMAGE= JP02001298932A  
PAT-NO: JP02001298932A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001298932 A  
TITLE: DETECTOR FOR MOTOR MAGNETIC POLE POSITION

PUBN-DATE: October 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAKAJIMA, YUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSAN MOTOR CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001011876

APPL-DATE: January 19, 2001

INT-CL\_(IPC): H02K029/08; G01B007/30 ; G01D005/245 ; H02K011/00 ; H02K021/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a detector for motor magnetic pole position, capable of reducing the out-of-phase of an output signal using a magnetic sensing device.

SOLUTION: This detector is magnetized by magnetic flux from each of magnets 15 of opposite polarity of a rotor 17 where the magnets 15 are disposed alternately, and is formed with iron pieces 25 on the end of the rotor 17 in the axial direction. The magnetic sensing device 27 which stands face to face with the iron pieces 25 and senses magnetic flux from the iron pieces 25 is fixed inside a detector case. A magnetic-flux loops are generated intensively at the ends of the respective iron pieces 25.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-298932  
(P2001-298932A)

(43)公開日 平成13年10月26日(2001. 10. 26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 2 K 29/08		H 0 2 K 29/08	2 F 0 6 3
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 7 7
G 0 1 D 5/245		G 0 1 D 5/245	X 5 H 0 1 9
H 0 2 K 11/00		H 0 2 K 21/14	M 5 H 6 1 1
21/14		11/00	C 5 H 6 2 1
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 16 頁)			

(21)出願番号 特願2001-11876(P2001-11876)

(22)出願日 平成13年1月19日(2001. 1. 19)

(31)優先権主張番号 特願2000-33500(P2000-33500)

(32)優先日 平成12年2月10日(2000. 2. 10)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 中島 祐樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

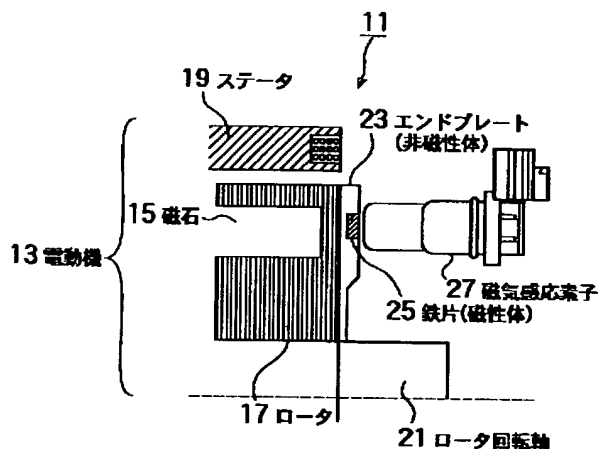
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動機の磁極位置検出装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、磁気感应素子を用いて出力信号の位相ずれを低減することができる電動機の磁極位置検出装置を提供することにある。

【解決手段】 逆極性の磁石15が交互に配置されたロータ17の磁石毎の磁束により磁化されロータ17の回転軸方向の端面に鉄片25を設け、この鉄片25と対峙して鉄片25からの磁束に感应する磁気感应素子27を装置ケース内に固定させ、隣り合う鉄片25に対向するそれぞれの鉄片25の端部に、磁束ループを集中的に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステータと、複数の磁極を有し前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、

前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設置される磁性体片と、

前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と近接する位置に配置され、当該各磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、

前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次近接する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することを特徴とする電動機の磁極位置検出装置。

【請求項2】 ステータと、互いに逆極性となる磁極が交互に配置され前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、

前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設置される磁性体片と、

前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と対向する位置に配置され、当該磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、

前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次対向する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することを特徴とする電動機の磁極位置検出装置。

【請求項3】 ステータと、互いに逆極性となる磁極が交互に配置され前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、

前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設けられる磁性体片を具備した磁性プレートと、

前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と対向する位置に配置され、当該磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、

前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次対向する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することを特徴とする電動機の磁極位置検出装置。

【請求項4】 互いに隣接する前記磁性体片間には、隙間が設けられ、該隙間に非磁性体を配置することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項5】 前記ロータの円周方向では、前記磁性体片の方が前記磁極よりも長く、前記非磁性体の方が磁極よりも短いことを特徴とする請求項4に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項6】 前記ロータの中心と前記磁極の中心を結

線とが一致し、且つ、前記ロータの中心と前記磁極間の中心を結ぶ線と、前記ロータの中心と前記非磁性体の中心とを結ぶ線とが一致することを特徴とする請求項4または請求項5のいずれかに記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項7】 互いに隣接する2つの磁極の各中心と、前記ロータの中心とを結ぶ2つの線のなす角度は、互いに隣接する2つの磁極間の各中心と、前記ロータの中心とを結ぶ2つの線のなす角度と同一であることを特徴とする請求項4～請求項6のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項8】 前記磁性体片は、前記磁極に対して隙間を持って配置され、該磁性体片と、磁極との間を磁路にて連結したことを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項9】 前記磁性体片と前記磁極との間の隙間部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする請求項8に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項10】 前記ロータは、外周が円形状をなす磁性鋼板で構成され、前記磁極、及び前記磁性体片は、当該磁性鋼板の内部に配置され、互いに隣接する前記磁性体片の端部間は、間隔を有することを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項11】 前記磁極と前記磁性体片とは、所定の間隔をもって配置され、磁極と磁性体片との間を磁路にて連結したことを特徴とする請求項10に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項12】 前記磁極と前記磁性体片との間の、前記磁路を除く部分を空隙としたことを特徴とする請求項11に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項13】 前記空隙部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする請求項12に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項14】 互いに隣接する前記磁性体片間に位置する、前記磁性鋼板に空隙部分を形成したことを特徴とする請求項10～請求項13のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項15】 前記磁性鋼板に形成された空隙部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする請求項14に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項16】 前記ロータは、前記ステータの内周側に設置され、前記磁性体片は、前記ロータに配置される磁極よりも内側に配置され、該磁性体片と磁極との間を磁路を用いて連結したことを特徴とする請求項1～請求項15のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項17】 前記ロータは、前記ステータの外周側に設置され、前記磁性体片は、前記ロータに配置される

磁路を用いて連結したことを特徴とする請求項1～請求項15のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項18】 前記各磁極は、それぞれ1または複数個の磁石にて構成されることを特徴とする請求項1～請求項17のいずれか1項に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【請求項19】 内部もしくは表面に配置した複数の磁石によって所定数の磁極を形成するようにしたロータを備える電動機のロータ磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、

前記各磁極から漏れ出す漏れ磁束によって円周方向の両端部に同一極性が現れるように磁化される磁性体片を前記磁極毎に配設すると共に、各磁極の磁性体片の円周方向の端部が、隣り合う磁極の磁性体片の円周方向の端部と所定幅の空隙をもって対向するようにし、磁束に感応して信号を出力する磁気感応手段を前記磁性体片に対峙するように配置したことを特徴とする電動機の磁極位置検出装置。

【請求項20】 前記空隙の幅を、隣り合う磁極を形成する磁石の間の間隔よりも狭くしたことを特徴とする請求項19に記載の電動機の磁極位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気感応素子を用いた電動機の磁極位置検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気感応素子を用いたブラシレスDCモータの駆動装置としては、特開平11-215881号公報に記載された図16に示すブラシレスDCモータが知られている。

【0003】図16において、ブラシレスモータ201には、3相のステータ巻線203（U、V、W）が巻回されたステータ（図示せず）と、このステータ（図示せず）に磁氣的結合関係を保ち、近接して配置され、回転自在に支持されたロータ205とが設けられている。また、ブラシレスモータ201には、ロータ205の回転位置を検知するための回転位置検出部207が設けられている。

【0004】この回転位置検出部207は、ロータ205と回転中心が同一でロータ205と同一の磁極数に外周面が磁化された回転位置検出円盤209と、この回転位置検出円盤209の外周面に近接してそれぞれ機械角で60°（磁極数が4であるため、電気角で120°）ずつ離れて配置された3つの回転位置信号発生器211（U、V、W）を具備している。回転位置信号発生器211は、ホールICで構成され、回転位置信号CSU、CSV、CSWをそれぞれ出力する。

【0005】また、従来、図17に示すように、ロータ

知られている。

【0006】同図に示すように、ロータ251の回転軸方向の端面から所定間隔を開けてホール素子255を設け、さらに、磁石253からの漏れ磁束をホール素子255に集磁するためにホール素子255の後部に磁性体片257を設け、このホール素子255からの出力信号を測定する。

【0007】図18は、3極対モータの磁束分布を示す図であり、同図では、下側の扇形部分を上側の矩形平面部分に展開して、磁束分布を示している。

【0008】図18に示すように、各磁極とも表面が最も磁束密度が高く、ロータの中心部に行くほど漏れ磁束が疎になり、あるところを越えると逆の磁性になる。また、互いに隣り合う磁極は、逆極性とされているので、この磁極により生じる磁束は、互いに引き合い、ロータの表面では、漏れ磁束が少ないことがわかる。

【0009】このように、ロータの端面上の漏れ磁束を検出するためにホール素子255を配置して、磁極位置を検出する場合には、図19に示すように、センサ出力はなだらかに変化する。

【0010】さらに、ホール素子255を3相分所定間隔を開けて配置し、磁極位置を検出する場合には、図20に示すように、センサ出力は正弦波形状（1）、（2）、（3）に変化する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の電動機の磁極位置検出装置としては、3相U、V、Wにおいてホール素子のオフセット電圧のばらつきや取付誤差、回転位置検出円盤209の磁化のばらつきなどに起因して、回転位置信号CSU、CSV、CSWにばらつきが生じることがあった。

【0012】このため、このような回転位置信号を利用するモータの制御装置においては、回転位置信号に時間間隔のばらつきや、推定回転角度のふらつきが生じ、トルクリップルが発生するといった問題があった。

【0013】また、回転位置検出円盤209には、ロータ205に設けられた磁極数個の磁石が必要であり、磁石に一定の磁化精度が要求され、コスト上昇の要因となっていた。さらに、回転位置検出円盤そのものが大型化するのでモータを小型化する上で弊害となっていた。

【0014】さらに、図17に示すようなロータ251内の磁石253より生じる磁束を直接検出する方法にあっては、図20に示すように、ホール素子255の出力は正弦波形状となるため、正弦波形状の変化では0点（出力切り替え点）での傾きが小さいため、センサばらつきや出力電圧のオフセット等によって精度が悪化するので、磁極位置の判別が精度良く行なえないといった問題があった。この結果、磁極位置の精度低下に伴ってモータトルクの精度低下や効率低下を招くことが考えられ

【0015】また、ステータコイルに電流を流していない場合（回転停止時）には、出力波形は比較的精度良く磁極位置を表すが、回転時には、ステータに流した電流により生じる磁束をもホール素子255で検出されてしまうので、見かけ上の磁極位置がずれることがあり、磁極位置の検出精度が低下するという問題があった。

【0016】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的としては、磁気感应素子を用いて出力信号の位相ずれを低減することができる電動機の磁極位置検出装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願請求項1に記載の発明は、ステータと、複数の磁極を有し前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設置される磁性体片と、前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と近接する位置に配置され、当該各磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次近接する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することが特徴である。

【0018】請求項2に記載の発明は、ステータと、互いに逆極性となる磁極が交互に配置され前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設置される磁性体片と、前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と対向する位置に配置され、当該磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次対向する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することを特徴とする。

【0019】請求項3に記載の発明は、ステータと、互いに逆極性となる磁極が交互に配置され前記ステータに対して回転するロータとを具備した電動機の、前記磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、前記ロータに取り付けられ、該ロータの各磁極毎に設けられる磁性体片を具備した磁性プレートと、前記ロータ回転時に、順次前記各磁性体片と対向する位置に配置され、当該磁性体片の磁気的な極性を検知する磁気感应手段と、を具備し、前記ロータ回転時に、前記磁気感应手段に順次対向する前記各磁性体片の極性変化を、該磁気感应手段にて検知し、この検知信号に基づいて前記電動機の磁極位置を検出することを特徴とする。

【0020】請求項4に記載の発明は、互いに隣接する前記磁性体片間には、隙間が設けられ、該隙間に非磁性

【0021】請求項5に記載の発明は、前記ロータの円周方向では、前記磁性体片の方が前記磁極よりも長く、前記非磁性体の方が磁極よりも短いことを特徴とする。

【0022】請求項6に記載の発明は、前記ロータの中心と前記磁極の中心を結ぶ線と、前記ロータの中心と前記磁性体片の中心を結ぶ線とが一致し、且つ、前記ロータの中心と前記磁極間の中心を結ぶ線と、前記ロータの中心と前記非磁性体の中心とを結ぶ線とが一致することを特徴とする。

10 【0023】請求項7に記載の発明は、互いに隣接する2つの磁極の各中心と、前記ロータの中心とを結ぶ2つの線のなす角度は、互いに隣接する2つの磁極間の各中心と、前記ロータの中心とを結ぶ2つの線のなす角度と同一であることを特徴とする。

【0024】請求項8に記載の発明は、前記磁性体片は、前記磁極に対して隙間を持って配置され、該磁性体片と、磁極との間を磁路にて連結したことを特徴とする。

20 【0025】請求項9に記載の発明は、前記磁性体片と前記磁極との間の隙間部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする。

【0026】請求項10に記載の発明は、前記ロータは、外周が円形状をなす磁性鋼板で構成され、前記磁極、及び前記磁性体片は、当該磁性鋼板の内部に配置され、互いに隣接する前記磁性体片の端部間は、間隔を有することを特徴とする。

【0027】請求項11に記載の発明は、前記磁極と前記磁性体片とは、所定の間隔をもって配置され、磁極と磁性体片との間を磁路にて連結したことを特徴とする。

30 【0028】請求項12に記載の発明は、前記磁極と前記磁性体片との間の、前記磁路を除く部分を空隙としたことを特徴とする。

【0029】請求項13に記載の発明は、前記空隙部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする。

【0030】請求項14に記載の発明は、互いに隣接する前記磁性体片間に位置する、前記磁性鋼板に空隙部分を形成したことを特徴とする。

40 【0031】請求項15に記載の発明は、前記磁性鋼板に形成された空隙部分に、非磁性体を設けたことを特徴とする。

【0032】請求項16に記載の発明は、前記ロータは、前記ステータの内周側に設置され、前記磁性体片は、前記ロータに配置される磁極よりも内側に配置され、該磁性体片と磁極との間を磁路を用いて連結したことを特徴とする。

【0033】請求項17に記載の発明は、前記ロータは、前記ステータの外周側に設置され、前記磁性体片は、前記ロータに配置される磁極よりも外側に配置され、該磁性体片と磁極との間を磁路を用いて連結したこ

【0034】請求項18に記載の発明は、前記各磁極は、それぞれ1または複数個の磁石にて構成されることを特徴とする。

【0035】請求項19に記載の発明は、内部もしくは表面に配置した複数の磁石によって所定数の磁極を形成するようにしたロータを備える電動機のロータ磁極位置を検出する電動機の磁極位置検出装置において、前記各磁極から漏れ出す漏れ磁束によって円周方向の両端部に同一極性が現れるように磁化される磁性体片を前記磁極毎に配設すると共に、各磁極の磁性体片の円周方向の端部が、隣り合う磁極の磁性体片の円周方向の端部と所定幅の空隙をもって対向するようにし、磁束に感応して信号を出力する磁気感应手段を前記磁性体片に対峙するように配置したことを特徴とする。

【0036】請求項20に記載の発明は、前記空隙の幅を、隣り合う磁極を形成する磁石の間の間隔よりも狭くしたことを特徴とする。

【0037】

【発明の効果】請求項1の発明では、ロータに搭載される各磁極毎に磁性体片を設置し、且つ、この磁性体片に生じる磁束の極性を磁気感应手段にて検出している。この際、互いに隣り合う磁性体片の間の部分に、磁束ループが集中するので、磁気感应手段で検出される磁束の大きさが急変することになり、磁気感应手段に近接する磁性体片の移り変わりを高精度に検出することができる。その結果、該磁気感应手段で検出される信号の位相ずれを低減することとができ、ロータの磁極位置を精度良く検出することができるようになる。

【0038】請求項2の発明では、ロータに搭載される各磁極毎に磁性体片を設置し、且つ、この磁性体片に生じる磁束の極性を磁気感应手段にて検出している。この際、互いに隣り合う磁性体片は、互いに逆極性に磁化されており、この間の部分に、磁束ループが集中するので、磁気感应手段で検出される磁束の大きさが急変することになる。よって、磁気感应手段に対向する磁性体片の移り変わりを高精度に検出することができ、その結果、ロータの磁極位置を精度良く検出することができるようになる。

【0039】請求項3の発明では、ロータに搭載される各磁極毎に磁性体片を設置し、且つ、この磁性体片に生じる磁束の極性を磁気感应手段にて検出している。この際、互いに隣り合う磁性体片は、互いに逆極性に磁化されており、この間の部分に、磁束ループが集中するので、磁気感应手段で検出される磁束の大きさが急変することになる。よって、磁気感应手段に対向する磁性体片の移り変わりを高精度に検出することができ、その結果、ロータの磁極位置を精度良く検出することができるようになる。また、各磁性体片は、一つの磁性プレートに形成されているので、ロータに磁性体片を取り付ける

【0040】請求項4の発明では、互いに隣接する磁性体片の間の隙間部分に非磁性体を設ける構成としているので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0041】請求項5の発明では、ロータの円周方向について、磁性体片の方が磁極よりも長く、非磁性体（磁性体どうしの間隔）の方が磁極よりも短くなるように構成しているので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

10 【0042】請求項6の発明では、磁極の中心と磁性体片の中心とが一致し、且つ、磁性体片間の中心と非磁性体の中心とが一致するので、磁気感应手段による検出精度を向上させることができる。

【0043】請求項7の発明では、2つの磁極の中心線が成す角度と、2つの磁極間の中心正が成す角度とが一致するように構成しているので、磁気感应手段による検出精度を向上させることができる。

20 【0044】請求項8の発明では、磁極と磁性体片との間を、磁路を用いて連結している。そして、該磁路を用いることにより、磁極と磁性体片との接触面積を狭くすることができるので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0045】請求項9の発明では、磁性体片と磁極との間の隙間部分に、非磁性体を設けるように構成しているので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0046】請求項10の発明では、ロータに搭載される各磁極毎に磁性体片を設置し、且つ、該磁性体片をロータ内部に搭載している。この際、互いに隣り合う磁性体片の間の部分に、磁束ループが集中するので、磁気感应手段で検出される磁束の大きさが急変することになり、磁気感应手段に近接する磁性体片の移り変わりを高精度に検出することができる。その結果、該磁気感应手段で検出される信号の位相ずれを低減することとができ、ロータの磁極位置を精度良く検出することができるようになる。

40 【0047】請求項11の発明では、磁極と磁性体片との間を、磁路を用いて連結している。そして、該磁路を用いることにより、磁極と磁性体片との接触面積を狭くすることができるので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0048】請求項12の発明では、磁性体片と磁極との間の、磁路を除く部分を空隙としているので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0049】請求項13の発明では、磁性体片と磁極との間の磁路を除く部分に、非磁性体を設ける構成としているので、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

する磁性鋼板に、空隙部分を形成しているの、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0051】請求項15の発明では、磁性体片間に位置する磁性鋼板に、空隙部分を形成し、且つ、この空隙部分に非磁性体を設けるように構成しているの、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0052】請求項16の発明では、ロータがステータの内周側に設置され、且つ磁性体片が、ステータから離れたロータの内周側に設置されるので、該磁性体片がステータの界磁巻き線にて発生する磁界により受ける影響を低減することができ、高精度な磁極位置の検出が可能となる。

【0053】請求項17の発明では、ロータがステータの外周側に設置され、且つ磁性体片が、ステータから離れたロータの外周側に設置されるので、該磁性体片がステータの界磁巻き線にて発生する磁界により受ける影響を低減することができ、高精度な磁極位置の検出が可能となる。

【0054】請求項18の発明では、磁極が1つの磁石により構成されるタイプのロータのみならず、2以上の磁石を用いて1つの磁極を構成するタイプのロータにおいても上記した各効果を得ることができる。

【0055】請求項19の発明では、ロータに搭載される各磁極毎に磁性体片を設置し、且つ、この磁性体片に生じる磁束の極性を磁気感应手段にて検出している。この際、互いに隣り合う磁性体片の間部分に、磁束ループが集中するので、磁気感应手段で検出される磁束の大きさが急変することになり、磁気感应手段に近接する磁性体片の移り変わりを高精度に検出することができる。その結果、該磁気感应手段で検出される信号の位相ずれを低減することができ、ロータの磁極位置を精度良く検出することができるようになる。

【0056】請求項20の発明では、互いに隣り合う磁極を形成する磁石の間隔よりも空隙の幅を狭くしているの、磁性体片の間部分に、より集中的に磁束ループを形成することができる。

【0057】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0058】(第1の実施の形態)図1は、本発明の第1の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置11と、その周辺部の構成を示す図である。

【0059】電動機13は、磁極となる逆極性の磁石15が交互に配置されたロータ17と、ロータ17の外周側に設けられ、界磁巻線を有するステータ19と、ロータ17の回転軸21方向の端面となるエンドプレート23に設けられ、ロータ17に設けられた磁石15(磁

石とから構成されている。エンドプレート23は、非磁性体で形成される。

【0060】また、電動機13のケース(図示せず)内には、鉄片25(磁性体片)と対峙して鉄片25からの磁束に感应する磁気感应素子(磁気感应手段)27が固定されている。なお、磁気感应素子27としては、ホール素子やMR素子やGMR素子が利用される。

【0061】そして、磁気感应素子27からの出力信号は電動機の駆動装置(図示せず)に出力され、この出力信号によりロータ17の磁極位置を検出して、各相分の必要トルクに対応する界磁電流を生成し、ステータ19に設けられた各界磁巻線に出力する。

【0062】以下、図2～図6を参照して、第1の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置11の動作を説明する。図2は、ロータ17の構成を模式的に示す説明図であり、(a)はロータ17を回転軸方向から見た断面図、(b)はロータ17上に設けられた鉄片25を直線状に引き延ばした側面図である。

【0063】同図において、ロータ17内部に設けられた磁石15からの漏れ磁束により、直上に配置された鉄片25が磁化される。さらに、ロータ17には逆極性の磁石15が交互に配置されているので、隣り合った鉄片25同士が逆極性に磁化されて引き合い、鉄片25の端部に磁束が集中することとなる。

【0064】図3は、ロータ17の機械角( $\theta$ )と、磁気感应素子27で検出される磁束強度(mT;ミリテスラ)の関係を示す特性図であり、ロータ端面から磁気感应素子27の端面までの距離dを3種類設定している。なお、この特性図に示すデータは、図2に示す4極対の同期式磁気モータの例である。同図において、ロータ端面からセンサ端面までの距離dを、3mm、5mm、8mmとしている。

【0065】ここで、電源(図示せず)からアイドリング抵抗r(図示せず)を介して磁気感应素子27に電流を与えると、電流方向と磁束方向に直交する方向に磁気感应素子27から電圧信号が出力される。

【0066】図3において、S極とN極との中央点(P点)となる機械角( $\theta=22.5^\circ$ )では、磁気感应素子27からの出力信号は0[mT]となり、この中央点の前後角で急峻に出力信号が変化することが観察できる。

【0067】このため、N極の磁石15の直上にある鉄片25のエッジ部(端部)で磁気感应素子27からの出力信号が最大となる。また、図2に示すように、非磁性体もしくは空隙を挟んで隣接する反対極性に磁化された鉄片25のエッジ部で、出力信号が最小となるような出力特性(図3)が得られる。

【0068】この場合、従来の技術では正弦波形状になっていた磁束分布、すなわち、磁石の中心でもっとも強

鉄片25の両側エッジ部に集中して偏ることとなる。この結果、磁気感応素子27からの出力信号が急峻に変化するようになる。従って、極性が切り換わる点において、出力信号が急激に変化するので、磁気感応素子27の取り付け誤差等のばらつきや、オフセットの影響を受け難くなる。

【0069】次に、図4は、ロータ17及び磁気感応素子27の検出信号を示す説明図であり、(a)はロータ17の断面図、(b)は磁気感応素子27の出力信号、(c)はこの出力信号を矩形波に変換して得られる信号を示している。

【0070】図4は、ロータ17上の磁石15と鉄片25の位置関係を回転軸方向から見た断面図(a)と、ロータ17上に設けられた鉄片25の位置と対応する出力信号を直線状に引き延ばした側面図(b)と、磁気感応素子27からの出力信号を矩形波信号に変換した図(c)である。

【0071】ここで、鉄片25の回転方向の間隔毎に急変する出力信号を例えばコンパレータ(図示せず)に入力して所定レベルと比較することで、図4(c)に示すように、180度毎の矩形波信号を得ることができる。

【0072】従って、図5(a)に示すように、3つの磁気感応素子27を同一円周上で例えば30度角度を開けて所定間隔毎にロータ17の端面と対峙する位置(1)、(2)、(3)に配置すれば、図5(b)に示すように、それぞれの出力信号(1)、(2)、(3)の立上がりエッジ、立ち下がりエッジにより60度毎の基準となる磁極位置を設定することができる。

【0073】このように、ロータ17上に設けられた鉄片25のエッジ部からエンドプレート23(非磁性体)を通過する隣の鉄片25のエッジ部において、磁気感応素子27からの出力信号が急峻に変化するように構成するので、ステータ19に設けられた界磁巻線による磁束の影響により磁気感応素子27の出力信号の形状が、ピーク位置で変化するなどの影響はあるが、検出したい鉄片25同士の間で磁気感応素子27からの出力信号が急変することに变りはなく、磁極位置の検出精度には影響を及ぼすことがない。

【0074】従って、必要トルクに応じて変化するステータの励磁状態に依存することなく、精度よくロータの磁極位置を検出することができる。

【0075】図6は、ロータの端面の構成の変形例を示す説明図であり、第1の実施の形態に示す電動機の磁極位置検出装置にて適応可能である。

【0076】同図は、詳しくはロータ17の端面上にエンドプレート23を介して配置された鉄片25a、25b、25cの側面断面図(a)、(b)、(c)である。

【0077】図1においては、鉄片25の全体がエンド

(a)に示すように、鉄片25aの全体がエンドプレート23上に表出するように構成してもよい。また、図6(b)に示すように、鉄片25bの全体の半分がエンドプレート23内に埋め込むように構成してもよく、図6(c)に示すように、鉄片25cの全体がエンドプレート23上の外周端に沿って表出するように構成してもよい。図6(c)に示すように構成すれば、外周半径方向から磁気感応素子27により磁束を検出可能となる。

【0078】本発明の第1の実施の形態に関する効果としては、図2に示すように、逆極性の磁石15が交互に配置されたロータ17の磁石毎の磁束により磁化されロータの回転軸方向の端面に鉄片(磁性体片)25を設け、図1に示すように、この鉄片25と対峙して鉄片25からの磁束に感応する磁気感応素子27を装置ケース内に固定させ、隣り合う鉄片25に対向するそれぞれの鉄片25の端部に、磁束ループを集中的に形成することで、隣り合う鉄片25間で磁気感応素子27から急峻な変化を示す出力信号を得ることができ、出力信号の位相ずれを低減することができる。

【0079】なお、図2において、隣り合う鉄片25の端部の間に空隙(又は非磁性体)を配置することで、互いに隣り合うそれぞれの鉄片25を逆極性に磁化するようにしているので、隣り合う鉄片25に対向するそれぞれの鉄片25の端部に、磁束ループを集中的に形成することができる。

【0080】また、図2及び図4に示すように、ロータ17の中心点から磁石15と鉄片25を通る中心線が一致し、ロータ17の中心点から磁石15間と空隙(又は非磁性体)を通る中心線が一致することで、ロータ17の磁極位置を精度よく表すことができる出力信号を磁気感応素子27から得ることができる。

【0081】また、図2及び図4に示すように、ロータ17の中心点から隣り合う鉄片25の中心線がなす角度は、ロータの中心点から隣り合う空隙(又は非磁性体)の中心線がなす角度と同一であるので、ロータ17の磁極位置を精度よく表すことができる出力信号を磁気感応素子27から得ることができる。

【0082】また、図2及び図4に示すように、ロータ17の円周方向では、鉄片25の方が磁石15よりも長く、空隙(又は非磁性体)の方が磁石15よりも短いので、隣り合う鉄片25間で磁気感応素子27から急峻な変化を示す出力信号を得ることができ、出力信号の位相ずれを低減することができる。

【0083】図7は、鉄片25の変形例を示す説明図である。本実施形態では、各磁石15毎に、鉄片25を設置する例について説明したが、これらを一体化して構成することも可能である。即ち、図7に示すように、半径方向に複数のスリット301が形成された円盤形状の磁性プレート302を用意し、該磁性プレート302外周



5'として、この鉄片25'を前述の磁石15に近接して配置することにより、第1の実施形態に係る磁極位置検出装置11と同様の効果を得ることができる。

【0084】更に、本実施形態では、1つの磁石15を用いて磁極を形成する例について説明したが、図8に示すように、2つの磁石15aの同一極性部分を向かい合わせて、1つの磁極を構成することも可能である。この際、互いに隣り合う磁石の間隔は、図8の $\theta 1$ に示す角度となる。同図より、隣り合う磁極を形成する磁石の間隔よりも、鉄片25の間隔の方が狭くなっていることが理解される。また、図示を省略するが、3個以上の磁石を用いて、1つの磁極を構成しても良い。

【0085】(第2の実施の形態)本発明の第2の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置は、図1に示す磁極位置検出装置11と同様の基本的構成を有しており、ロータ部分が異なる構成を有している。

【0086】図9は、本発明の第2の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置に用いられる内側ロータの構成を示す図であり、内側ロータ31を磁気感受素子27側から見た上面図である。

【0087】同図において、内側ロータ31は、外周面が円形状をなす磁性鋼板で構成されており、その内部には、複数の磁石15が配置されている。この際、互いに隣り合う磁石15は、極性が異なるようになっている。また、内側ロータ31の内周面には、各磁石15に対応した鉄片33が配置されており、鉄片33と磁石15とは磁路35で連結されている。これにより、内側ロータ31に設けられた磁石15から磁路35に磁束を誘導し、磁路35から鉄片33まで磁束を誘導するように構成されている。

【0088】以下、図1、図9を参照して、第2の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の動作を説明する。

【0089】内側ロータ31の回転軸21方向の端部に設けられ、内側ロータ31に交互に設けられた逆極性の磁石(磁極)15により磁性体片からなる鉄片33が磁化される。そして、装置ケース内に固定され、鉄片33と対峙して鉄片33からの磁束に磁気感受素子27が、鉄片33より生じる磁束に感応するので、磁気感受素子27からの出力信号により内側ロータ31の磁極位置を検出することができるようになる。

【0090】本発明の第2の実施の形態に関する効果としては、図9に示すように、鉄片33は、内側ロータ31に設けられた磁石15よりもステータ19から遠い内周に配置し、内側ロータに設けられた磁石15から鉄片33まで磁束を誘導するための磁路35を設けたので、内側ロータ31に設けられた磁石15から磁路を介して鉄片33まで磁束を誘導することができ、ステータ19にて生じる磁束が鉄片33に及ぼす影響を低減すること

磁気感受素子27を遠ざけることができ、ステータ19のコイルに流れる電流の影響を小さく抑えることができる。

【0091】(第3の実施の形態)図10は、本発明の第3の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の構成を示す図である。同図に示す電動機51は、磁極となる磁石53が配置された外側ロータ55と、外側ロータ55の内周に設けられ界磁巻線を有するステータ57と、外側ロータ55の回転軸59方向の端面となるエンドプレート61に設けられ、外側ロータ55に設けられた磁石53により磁化され磁性体片となる鉄片63と、外側ロータ55に設けられた磁石53から鉄片63まで磁束を誘導する磁路65とから構成されている。

【0092】また、電動機51のケース内には、外側ロータ55の端面に設けられた鉄片63と対峙して鉄片63にて生じる磁束に感応する磁気感受素子27が固定されている。

【0093】そして、磁気感受素子27より出力される出力信号は電動機51の駆動装置(図示せず)に出力され、この出力信号により外側ロータ55の磁極位置を検出して、各相分の必要トルクに対応する界磁電流を生成し、ステータ57に設けられた各界磁巻線に出力する。

【0094】次に、図11は、図10に示す外側ロータ55を磁気感受素子27側から見た上面図である。同図において、外側ロータ55は、外周面が円形状をなす磁性鋼板で構成されており、その内部には、複数の磁石53が配置されている。この際、互いに隣り合う磁石53は、極性が異なるようになっている。また、外側ロータ55の外周面には、各磁石53に対応した鉄片63が配置されており、鉄片63と磁石53とは磁路65で連結されている。これにより、外側ロータ55に設けられた磁石53から磁路65に磁束を誘導し、磁路65から鉄片63まで磁束を誘導するように構成されている。

【0095】以下、図10、図11を参照して、第3の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の動作について説明する。

【0096】外側ロータ55の回転軸59方向の端部に設けられ、外側ロータ55に交互に設けられた逆極性の磁石53により、磁性体片からなる鉄片63が磁化される。そして、装置ケース内に固定された磁気感受素子27により、鉄片63にて生じた磁束が感応するので、該磁気感受素子27の出力信号により、外側ロータ55の磁極位置を検出することができるようになる。

【0097】本発明の第3の実施の形態に関する効果としては、図10及び図11に示すように、鉄片63は、外側ロータ55に設けられた磁石53よりもステータ57から遠い外周に配置し、外側ロータ55に設けられた磁石から鉄片63まで磁束を誘導する磁路65を設けたので、外側ロータ55に設けられた磁石53から磁路6

データ57の磁束が鉄片63に及ぼす影響を低減することができる。すなわち、ステータ57に設けられたコイルから磁気感受素子27を遠ざけることができ、ステータ57のコイルに流れる電流の影響を小さく抑えることができる。

【0098】また、図11に示すように、ステータ57の外周に設けられ逆極性の磁石65が交互に配置された外側ロータ55の磁石53毎の磁束により磁化され外側ロータ55の回転軸方向の端面に鉄片63を設け、図10に示すように、この鉄片63と対峙して鉄片63から

10

の磁束に感応する磁気感受素子27を装置ケース内に固定させ、隣り合う鉄片63に対向するそれぞれの鉄片63の端部に、磁束ループを集中的に形成することで、隣り合う鉄片63間で磁気感受素子27から急峻な変化を示す出力信号を得ることができ、出力信号の位相ずれを低減することができる。

20

【0099】さらに、図11に示すように、外側ロータ55の中心点から磁石53と鉄片63を通る中心線が一致し、外側ロータ55の中心点から磁石間と空隙（又は非磁性体）を通る中心線が一致することで、外側ロータ55の磁極位置を精度よく表すことができる出力信号を磁気感受素子27から得ることができる。

【0100】また、図11に示すように、外側ロータ55の中心点から隣り合う鉄片63の中心線がなす角度は、外側ロータの中心点から隣り合う空隙（又は非磁性体）の中心線がなす角度とそれぞれ同一であるので、外側ロータ55の磁極位置を精度よく表すことができる出力信号を磁気感受素子27から得ることができる。

30

【0101】さらに、図11に示すように、外側ロータ55の円周方向では、鉄片63の方が磁石53よりも長く、空隙（又は非磁性体）の方が磁石53よりも短いので、隣り合う鉄片63間で磁気感受素子27から急峻な変化を示す出力信号を得ることができ、出力信号の位相ずれを低減することができる。

【0102】（第4の実施の形態）図12は、本発明の第4の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の一部構成を示す図であり、図12(a)、(b)に示すロータの端面の構成は、第1、第2及び第3の実施の形態に示す電動機の磁極位置検出装置に適用可能である。

40

【0103】まず、図12(a)において、ロータ71には、積層された磁性鋼板73の内部に磁石75が設けられており、磁石75の直上部に積層された磁性鋼板73の上部に磁性鋼板73と狭面で接続される磁路79を有するT字形の鉄片77が設けられている。この鉄片77の下部で磁路79を除く部分には空隙81が設けられており、ロータ71の隣り合う鉄片77同士の間にも空隙83が設けられている。

で接続される磁路79を有するT字形の鉄片77が設けられている。この鉄片77の下部で磁路79を除く部分には非磁性体からなるエンドプレート95が設けられており、ロータ71の隣り合う鉄片77同士の間にも空隙83が設けられている。

【0105】本発明の第4の実施の形態に関する効果としては、図12に示すように、ロータ71に設けられた磁石75に接続される磁性鋼板73と鉄片77との間に、ロータ71に設けられた磁石75から磁束を誘導する磁路79と、磁路79を除く部分に空隙81又はエンドプレート95などの非磁性体を配置することで、ロータ91に設けられた磁石75に接続される磁性鋼板73から磁路79を介して鉄片77まで磁束を誘導することができ、さらに、隣り合う鉄片77に対向するそれぞれの鉄片77の端部に、磁束ループを集中的に形成することができる。

【0106】また、図12に示すように、鉄片77は、ロータ91に設けられた磁石75から磁束が集中する端部に空隙（非磁性体）を配置することで、隣り合うそれぞれの鉄片77を逆極性に磁化するようにしているので、隣り合う鉄片77に対向するそれぞれの鉄片77の端部に、磁束ループを集中的に形成することができる。

【0107】（第5の実施の形態）図13は、本発明の第5の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の一部構成を示す図であり、図13(a)～(d)に示すロータ101の端面の構成は、第1、第2及び第3の実施の形態に示す電動機の磁極位置検出装置にも適用可能である。

【0108】まず、図13(a)において、ロータ101には、積層された磁性鋼板103の内部に磁石105が設けられており、磁石105の直上部に接続される鉄片107が設けられている。ロータ101の隣り合う鉄片107同士の間には空隙109が設けられており、空隙109の下部には、空隙109より広く隣り合う磁石105間の距離よりも狭い非磁性体又は空隙111が設けられている。

【0109】次に、図13(b)において、ロータ121には、積層された磁性鋼板123の内部に磁石105が設けられており、磁石105の直上部には積層された磁性鋼板123を介して接続される鉄片107が設けられている。ロータ101の隣り合う鉄片107同士の間には空隙109が設けられており、空隙109の下部には、空隙109より広く隣り合う磁石105間の距離よりも狭い非磁性体又は空隙111が設けられている。

【0110】次に、図13(c)において、ロータ131には、積層された磁性鋼板133の内部に磁石105が設けられており、磁石105及び最上部の磁性鋼板133の直上部には非磁性体135が設けられている。そして、この非磁性体135の上部には鉄片107が設け

間には空隙109が設けられている。

【0111】次に、図13(d)において、ロータ141には、積層された磁性鋼板143の内部に磁石105が設けられており、磁石105の直上部には積層された磁性鋼板143を介して非磁性体135が設けられている。そして、この非磁性体135の上部には鉄片107が設けられている。ロータ131の隣り合う鉄片107同士の間には空隙109が設けられている。

【0112】本発明の第5の実施の形態に関する効果としては、図13に示すように、鉄片107は、ロータ101に設けられた磁石105から磁束が集中する端部に空隙(又は非磁性体)を配置することで、隣り合うそれぞれの鉄片107を逆極性に磁化するようにしているので、隣り合う鉄片107に対向するそれぞれの鉄片107の端部に、磁束ループを集中的に形成することができる。

【0113】(第6の実施の形態)次に、第6の実施形態について説明する。図14は、第6の実施形態に係る磁極位置検出装置、及び該磁極位置検出装置の検出対象となる電動機の構成を示す説明図である。同図に示す電動機は、ステータ311と、該ステータ311に対して回転駆動するロータ312とを有し、該ステータ311、及びロータ312は、略同一の外周径とされている。そして、ステータ311の端面とロータ312の端面とが相対峙して配置されている。

【0114】図15は、図14に示すA-A断面図であり、同図に示すように、ロータ312の外周面には、非磁性体で構成されるエンドプレート313が取り付けられている。更に、ロータ312の内部には、複数個(図では8個)の磁石314が設置され、各磁石314に対応して、エンドプレート313の外周側には、磁性体片としての鉄片315が取り付けられている。

【0115】そして、図14に示すように、ロータ312の外周部近傍には、磁気感应素子316が設置されているので、ロータ312が、回転軸318を中心として回転した際の、磁束の変化を該磁気感应素子316で感知することにより、電動機317の磁極位置を検知することができる。

【0116】このようにして、第6の実施形態に係る磁極位置検出装置では、ステータ311と、ロータ312とが、それぞれの端面を向き合わせて構成されるタイプの電動機317についても、前述した各実施形態と同様に、電動機317の磁極位置を高精度に検出することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係るロータを回転軸方向から見た断面図(a)と、ロータ上に設けられた鉄片を直線

【図3】ロータの機械角と磁気感应素子の出力信号との関係を示す特性図である。

【図4】ロータ上の磁石と鉄片の位置関係を回転軸方向から見た断面図(a)と、ロータ上に設けられた鉄片の位置と対応する出力信号を直線状に引き延ばした側面図(b)と、磁気感应素子からの出力信号を矩形波信号に変換した図(c)である。

【図5】3つの磁気感应素子27を所定間隔毎にロータの端面と対峙する位置(1)、(2)、(3)に配置した図(a)と、それぞれの出力信号(1)、(2)、(3)を表す図(b)である。

【図6】ロータの端面上にエンドプレートを介して配置された鉄片25a、25b、25cの側面断面図(a)、(b)、(c)である。

【図7】複数の鉄片(磁性体片)を、1つの磁性プレートで構成した例を示す説明図である。

【図8】2個の磁石を用いて1つの磁極を形成する例を示す説明図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置に用いられる内側ロータの構成を示す図であり、内側ロータを磁気感应素子側から見た上面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置の構成を示す図である。

【図11】外側ロータを磁気感应素子側から見た上面図である。

【図12】本発明の第1、第2及び第3の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置に利用可能なロータの端面の構成を示す図である。

【図13】本発明の第1、第2及び第3の実施の形態に係る電動機の磁極位置検出装置に利用可能なロータの端面の構成を示す図(a)～(d)である。

【図14】本発明の第6の実施形態に係る磁極位置検出装置、及びその周辺機器の様子を示す説明図である。

【図15】図14におけるA-A断面図である。

【図16】従来のブラシレスDCモータを示す図である。

【図17】従来の電動機の磁極位置検出装置を示す図である。

【図18】3極対モータの磁束分布を示す図である。

【図19】従来の電動機の磁極位置検出装置において、センサ出力の変化を示す図である。

【図20】従来の電動機の磁極位置検出装置において、3相分のセンサ出力を示す図である。

#### 【符号の説明】

13, 51 電動機

15, 53 磁石

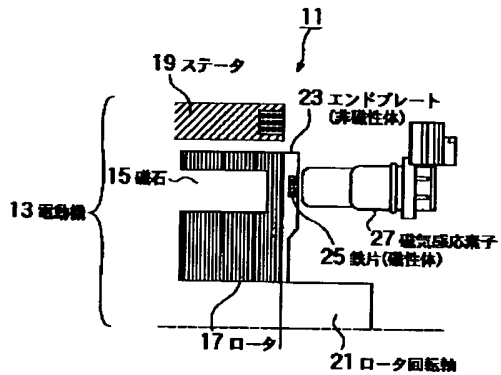
17 ロータ

19, 57 ステータ

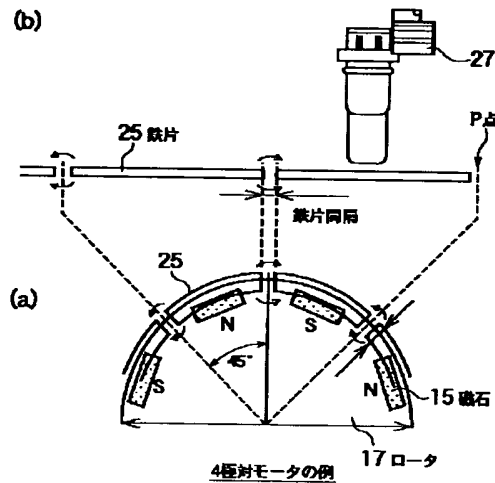
25, 63 鉄片  
27 磁気感应素子  
55 外側ロータ  
65 磁路  
301 スリット  
302 磁性プレート  
311 ステータ

312 ロータ  
313 エンドプレート  
314 磁石  
315 鉄片  
316 磁気感应素子  
317 電動機  
318 回転軸

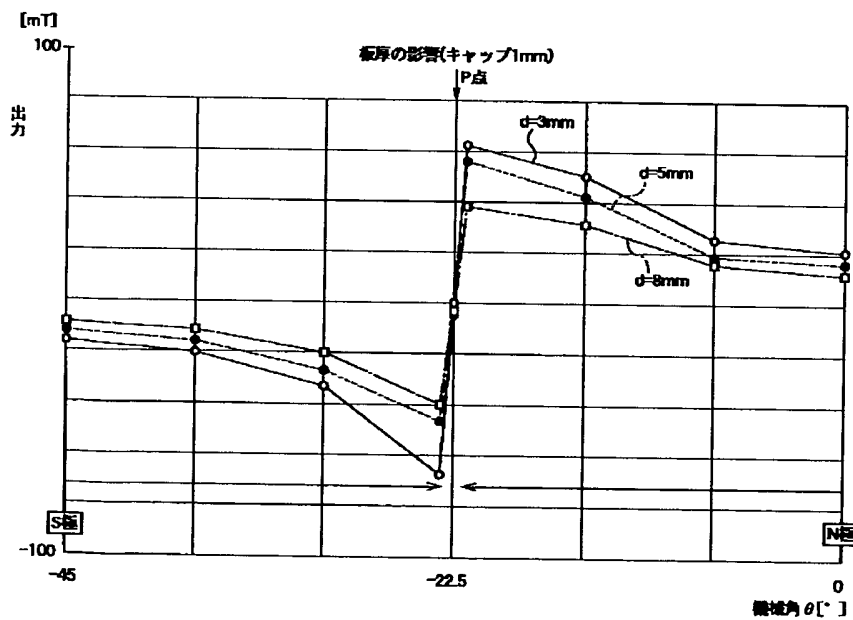
【図1】



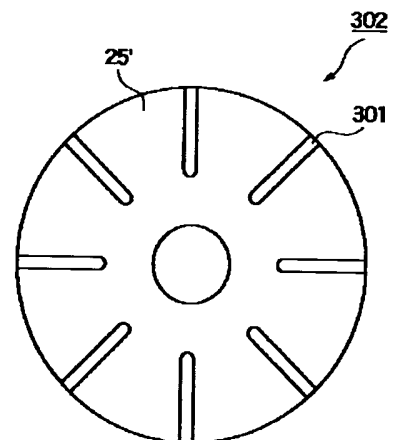
【図2】



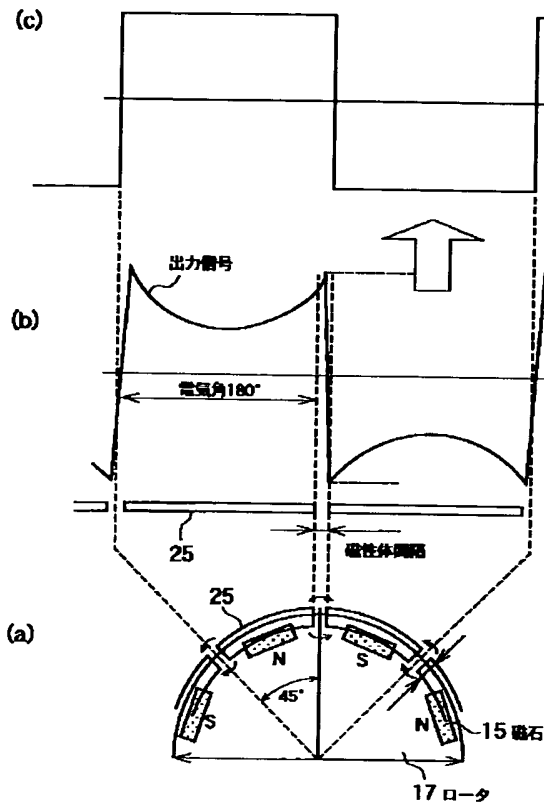
【図3】



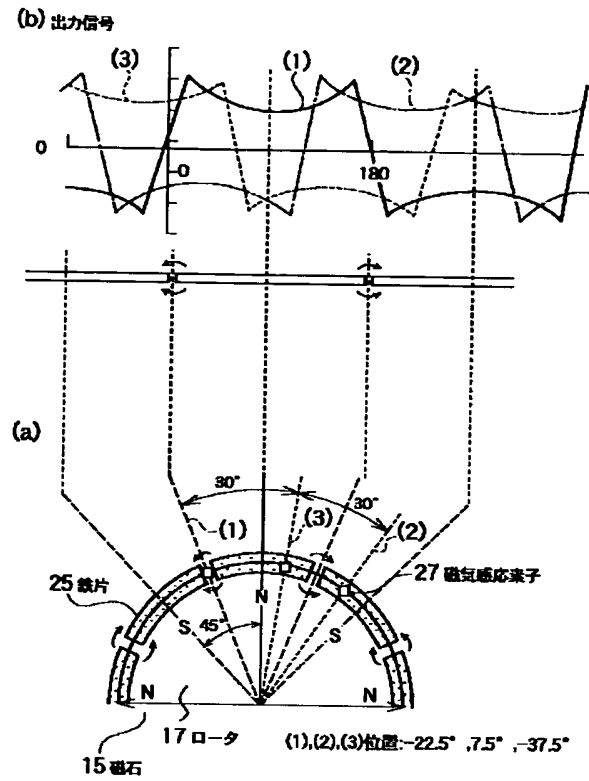
【図7】



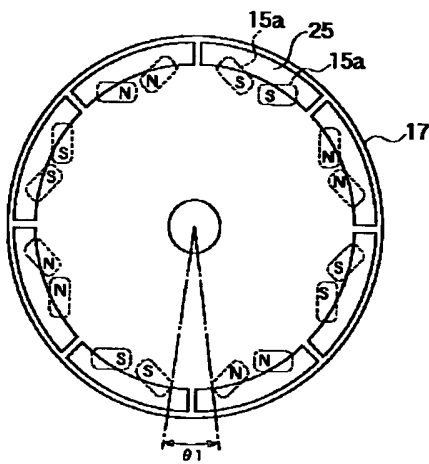
【図4】



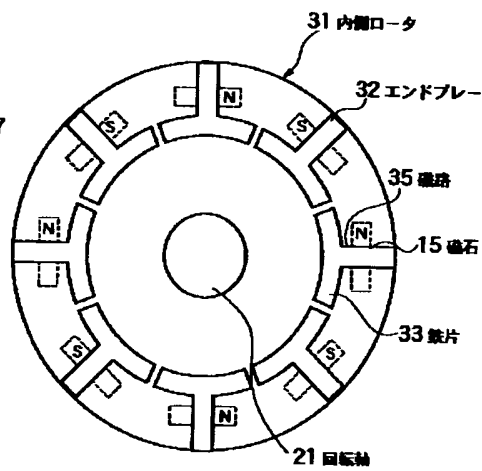
【図5】



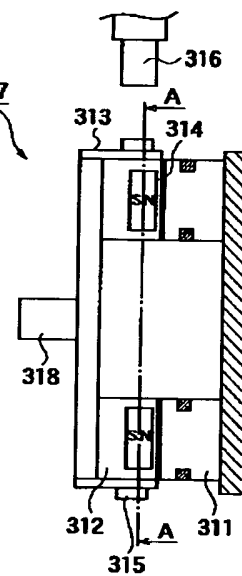
【図8】



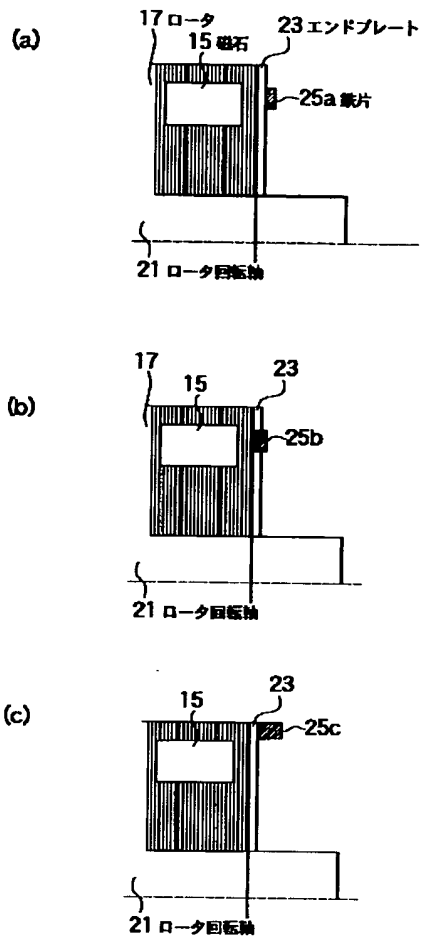
【図9】



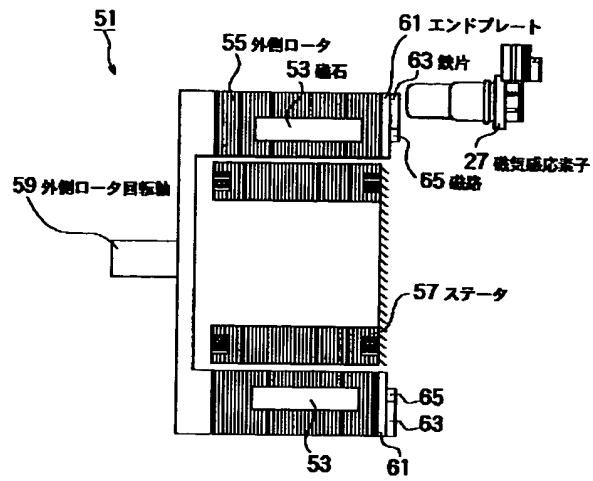
【図14】



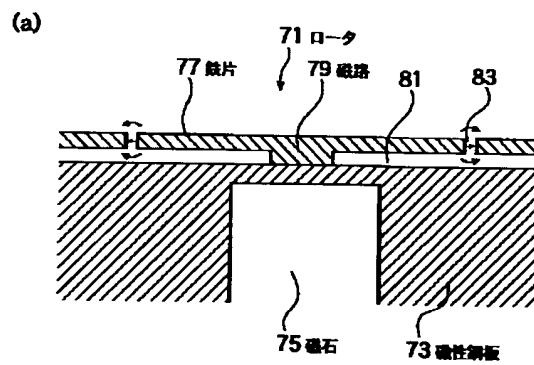
【図6】



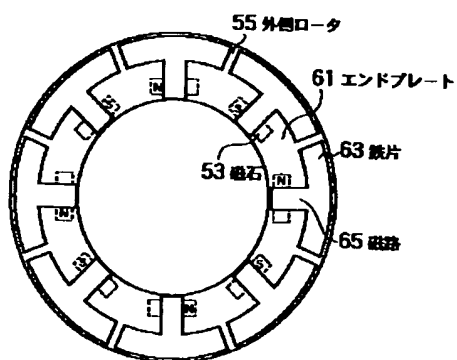
【図10】



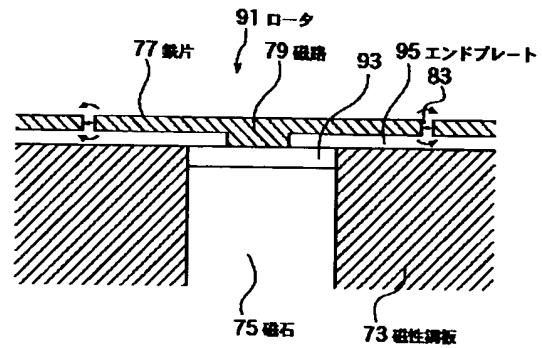
【図12】



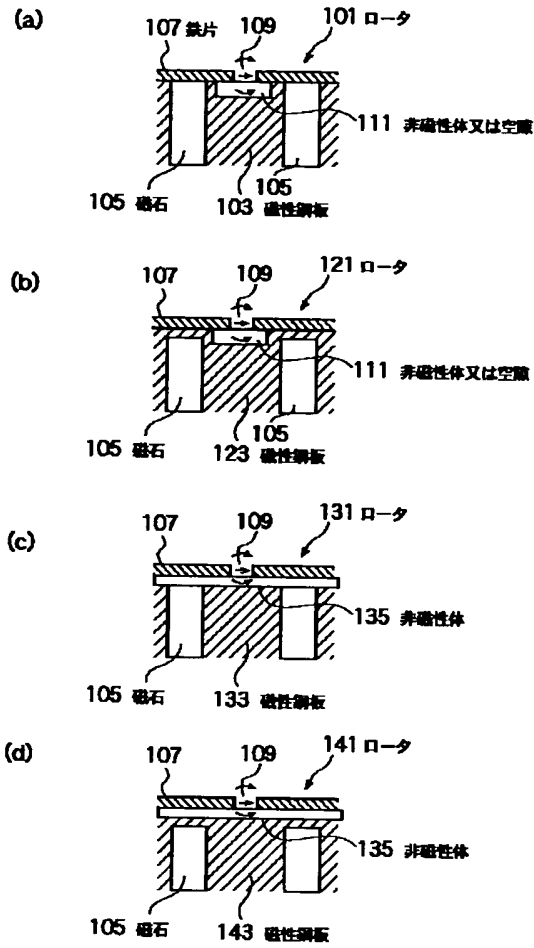
【図11】



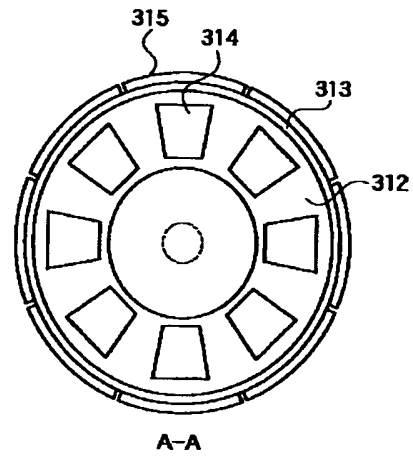
(b)



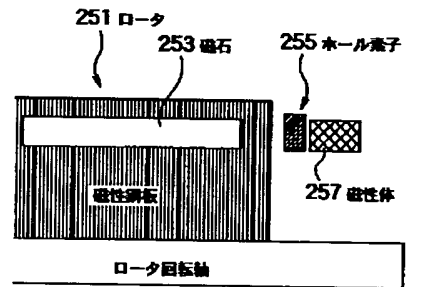
【図13】



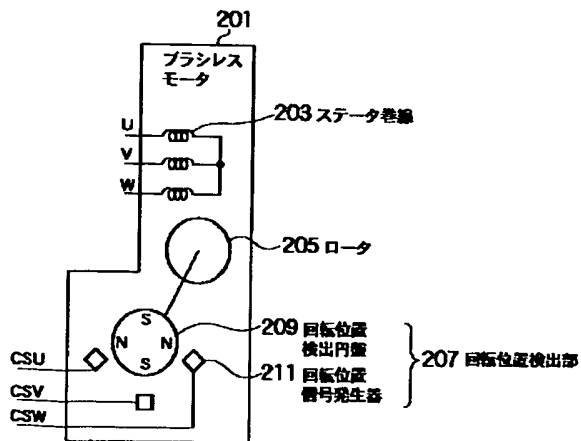
【図15】



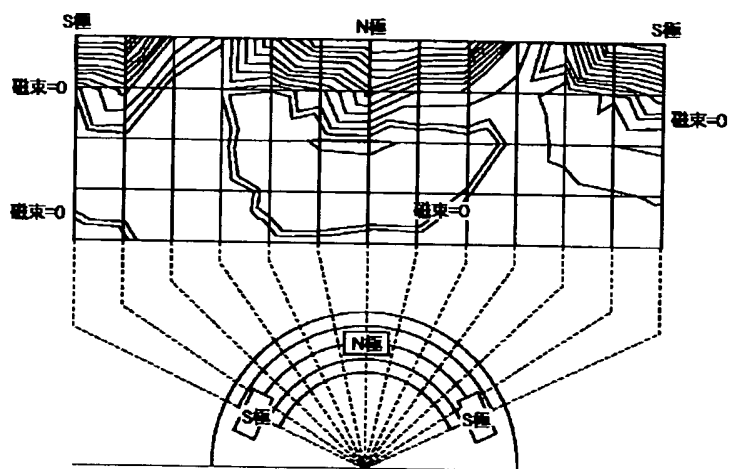
【図17】



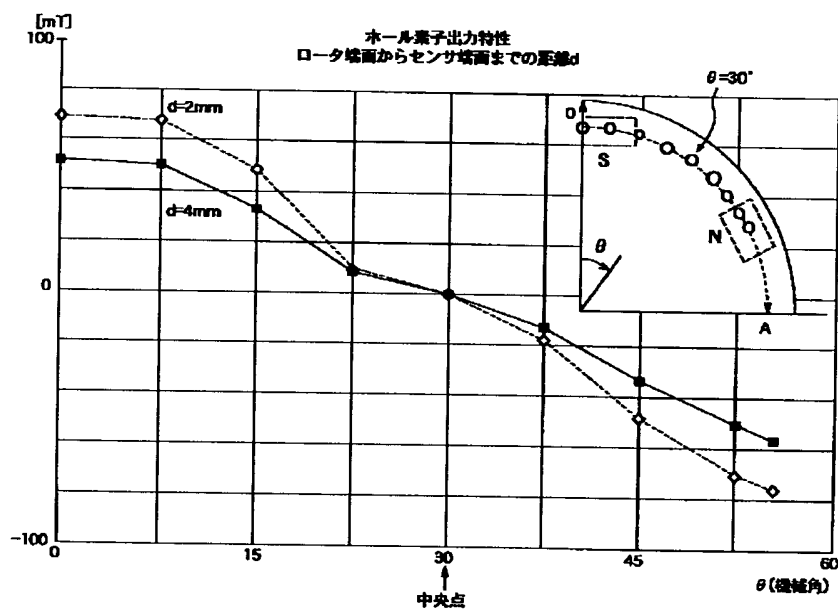
【図16】



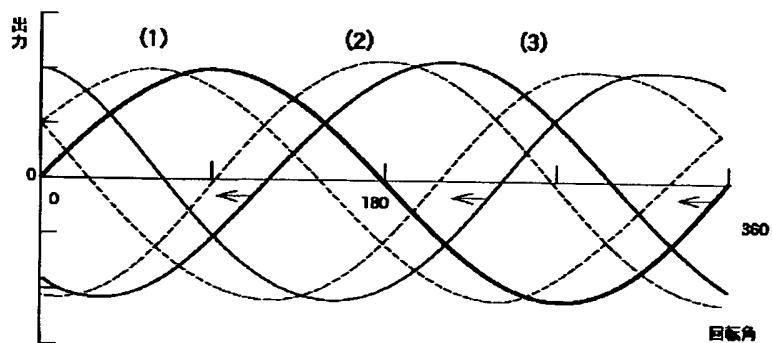
【図18】



【図19】



【図20】





## フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA35 BA30 BD16 CA09 DA05  
DD04 EA03 GA52 KA02 KA04  
2F077 AA25 CC02 NN17 NN24 PP12  
QQ07 VV01  
5H019 BB01 BB05 BB11 BB12 BB20  
BB22 CC02 CC03 CC04 CC09  
DD01  
5H611 AA01 BB01 BB07 BB08 PP07  
QQ03 RR02 UA01  
5H621 BB10 HH02 JK13